Telemetrische Beobachtungen der Herzfrequenzen älterer Menschen unter außergewöhnlichen Belastungen

von

RUDOLF DIENER

aus Neugrünlas/Sudetenland

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548824_0028

Aus der Medizinischen Poliklinik
der Universität Erlangen-Nürnberg
(Direktor: Prof. Dr. med. C. Korth)

Telemetrische Beobachtungen der Herzfrequenzen älterer Menschen unter außergewöhnlichen Belastungen.

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der Hohen Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen - Nürnberg

vorgelegt
von
Rudolf Diener
aus
Neugrünlas/Sudetenland

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät

der Universität Erlangen-Nürnberg

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Dekan: Professor Dr. Dr. H. Pauly

Referent: Privatdozent Dr. E. Lang

Korreferent: Professor Dr. C. Korth

Tag der mündlichen Prüfung: 12. September 1972

Meiner lieben Mutter gewidmet!

Inhaltsverzeichnis

I. Einleitung 1
II. Begriffsbestimmung 2
III. Methodik 3
III.1 Untersuchungsgut 3
III.2 Untersuchungsgang und Versuchsanordnung 3
III.3 Auswertung 6
IV. Ergebnisse 7
V. Besprechung der Ergebnisse und Diskussion 16
VI. Zusammenfassung 21
VII. Literaturverzeichnis 22

I. Einleitung

Seit man erkannte, daß sich das Elektrokardiogramm bereits kurze Zeit nach der Belastung wieder normalisiert, wurde die Forderung, die Herzaktionspotentiale des Menschen unter den natürlichen Bedingungen seiner Tätigkeit, unter dem Einfluß seines typischen Milieus zu untersuchen, immer dringender. Dafür bot sich die Radiotelemetrie d. h. die drahtlose Fernmessung an(11).

Mannigfaltige Untersuchungen wurden bislang unter anderem bei Sportlern verschiedener Disziplinen, bei Menschen am Arbeitsplatz, bei der Luft- und Raumfahrt und bei Herzpatienten in der Klinik durchgeführt. Wenig Beobachtungen wurden allerdings bei älteren Personen gemacht, vor allem, wenn sich zu den körperlichen auch emotionelle, neuropsychische Belastungen gesellten. Wir gingen der Frage nach, wie reagiert der ältere Mensch in einer Situation, bei der neben der körperlichen auch emotionell psychische Beanspruchung steht. Ausgehend von der Annahme, daß uns die Herzfrequenzen eines Tänzers und Läufers in den einzelnen Tanz- und Laufphasen Aufschlüsse über die momentane psychische Belastung geben, registrierten wir fortlaufend Elektrokardiogramme auf telemetrischem Wege. Im einzelnen interessierte uns vor allem das Frequenzverhalten in den verschiedenen Ruhe- und Belastungsphasen, das uns Rückschlüsse auf den O_2-Verbrauch zulassen sollte. Daneben galt unsere Aufmerksamkeit dem Elektrokardiogramm, wobei wir besonders auf Rhythmusstörungen und Ischämieveränderungen achteten.

II. Begriffsbestimmung

Das Elektrokardiogramm ist bis heute das am häufigsten übertragene physiologische Signal; der medizinische Grund dafür liegt in seiner hohen Aussagekraft und nicht zuletzt auch darin, daß sich das EKG am menschlichen Körper sicherer als jede andere physiologische Größe abnehmen läßt. Die Kopplung des physikalischen Abnehmesystems (Elektroden) an das physiologische System (Hautoberfläche, Körper) ist beim EKG am wenigsten problematisch. Technisch spricht folgendes für das Elektrokardiogramm: es hat einen hohen Informationsgehalt, in nur einem Kanal können praktisch zwei Informationen übertragen werden, nämlich EKG-Form und die Pulsfrequenz (11). Das EKG eignet sich daher infolge seines hohen Aussagewertes gut für die einkanalige, drahtlose Telemetrie. Diese wiederum kann der oben gestellten Forderung, die Herzaktionspotentiale unter natürlichen Bedingungen zu messen, gerecht werden. Denn die sehr wichtigen Anpassungsvorgänge des Organismus beim Übergang von Ruhe in Bewegung während der ganzen Tätigkeit wie auch beim Übergang von Bewegung in Ruhe konnten bislang mit konventionellen Methoden nicht erfaßt werden (Abb. 1).

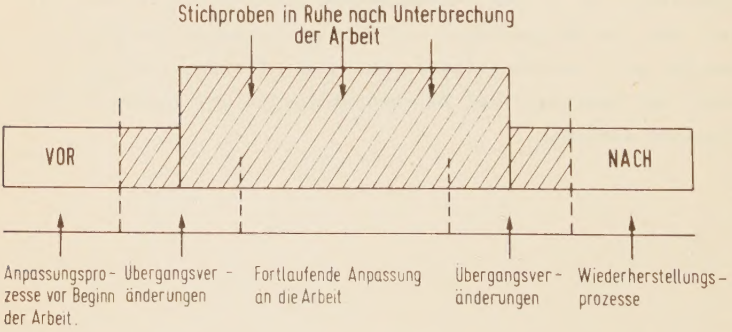

Abb. 1: Schema der Untersuchungen mit konventionellen Methoden (2)

III. Methodik

III.1 Untersuchungsgut

Untersucht wurden ohne Vorwahl sechs Männer und acht Frauen mit einem Durchschnittsalter von 67,1 Jahren. Das Programm bestand aus der Absolvierung verschiedener Tanzarten, die sich pro Paar im Mittel über einen Zeitraum von acht Minuten erstreckten. Ineinem zweiten Versuch maßen wir die Herzfrequenzen zweier älterer, durchtrainierter Männer (66 und 68 Jahre) während eines 5000 m-Laufes unter Wettkampfbedingungen. Hierbei wurden die Elektrokardiogramme über eine Laufzeit von ca. 30 Minuten registriert.

III.2 Untersuchungsgang und Versuchsanordnung

Die Probanden trugen die Sender, die praktisch jeder Forderung an Kleinheit und Leichtigkeit gerecht wurden und in keiner Weise behinderten, auf dem Rücken. Das über Elektroden abgeleitete EKG wird über dünne, flexible Kabel dem Miniatursender mit eingebautem Verstärker und Trägerfrequenzmodulator zugeführt. Auf die Elektrodentechnik muß großer Wert gelegt werden, da von ihr zum größten Teil eine einwandfreie Übertragung bei größtmöglicher Bewegungsfreiheit abhängt. Nachdem Abreiben der Haut mit Kochsalzlösung und dem Auftragen von Elektrodencreme gaben wir etwas Creme in die Napfelektroden und befestigten sie mit Klebestreifen. Damit bei der körperlichen Betätigung die EKG-Spannungen nicht durch Muskelaktionspotentiale gestört werden, dürfen die Elektroden nicht über Muskeln angebracht werden. Wir verwendeten drei Elektroden, zwei differente und eine indifferente Erdungs- oder Nullelektrode. Die beiden differenten Elektroden wurden in einer speziellen Brustwandableitung benutzt, ähnlich V_4. Eine Elektrode wurde sternal in der Höhe der zweiten oder dritten Rippe angelegt, die andere im fünften Intercostalraum auf der linken Medioclavicularlinie. Es sollten damit die in Richtung der Herzachse wirksamen Aktionspotentiale erfaßt werden (Abb. 2).

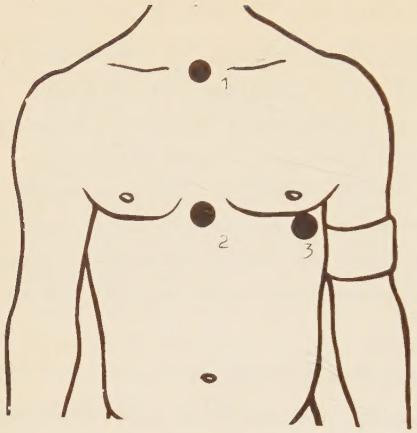

Abb. 2: Elektrodenlage
1,3 differente Elektroden
2 indifferente Erdungselektrode

In Abb. 3 sehen wir das für unsere Versuche verwendete Einkanalsystem der Fa. Hellige (4, 5, 6, 8, 11).

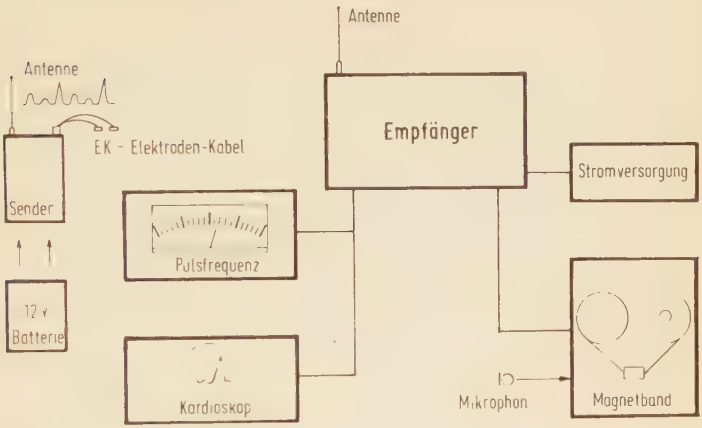

Abb. 3: Einkanalsystem der Fa. Hellige

Die Anlage besteht aus einem Empfangs- und Sendeteil. Für die Funkübertragung dienen die zwei oben beschriebenen, tragbaren Sender und zwei Empfänger, die auf den Frequenzen 151,09 MHZ und 151,15 MHZ arbeiten, so daß gleichzeitig die Elektrokardiogramme zweier Probanden übertragen werden können. Dieses System arbeitet mit doppelter Frequenzmodulation. Durch das EGK wird ein Subträger frequenzmoduliert, der seinerseits die Frequenz im 151 MHZ-Band moduliert. In beiden Empfängern kann auf einem Kardioskop das EKG beobachtet werden. Das frequenzmodulierte Subträgersignal wird für die Magnetbandspeicherung benutzt. Es wurden grundsätzlich von allen Versuchen Bandaufnahmen hergestellt, wobei wir auf eine Spur des Zwei-Kanal-Gerätes (Stereo-Tonbandgerät) den Kommentar mit Hilfe eines Mikrophons aufsprachen, wie z.B. Name und Alter des Probanden, Tanzart, Start, Ziel usw.

Diese Daten sind für die spätere Auswertung, d. h. für die genaue zeitliche Zuordnung der Ereignisse unerläßlich. Die Reichweite des Systems wird für bebautes Gelände mit 500 m und für freies, ebenes Gelände mit etwa 2 km angegeben.

III.3 Auswertung

Zur Aufzeichnung unserer im Magnetband gespeicherten Untersuchungsergebnisse verwendeten wir einen EKG-Direktschreiber mit einem Papiervorschub von teils 50 mm/sec. teils 25 mm/sec. Die so erhaltenen Elektrokardiogramme werteten wir fortlaufend mit dem Kardiometer aus und erhielten so unsere Herzfrequenzprofile, wobei wir bei den Tänzen alle 10 Sekunden, bei den Läufern jede Minute Werte in die Diagramme eintrugen.

IV. Ergebnisse

Zunächst untersuchten wir zwei Probanden, die ein sehr eindrucksvolles Frequenzbild boten (Abb. 4). Während die Frequenzen der Partnerin zu Beginn aus technischen Mängeln nicht geschrieben wurden, stiegen sie beim Mann kontinuierlich von 88 n auf 117 n pro Minute an. In einer kurzen Pause sanken die Pulsfrequenzen nicht sichtbar ab, um dann aber in einer längeren Einlage zu Normalwerten zurückzukehren. Nach der Unterbrechung ergibt sich das gleiche Bild: Die Pulsfrequenzen erhöhten sich unter der stärkeren Belastung des Tanzens und stabilisierten sich nach nochmaligem geringfügigen Absinken in einer weiteren Pause bis zum Schluß der Tänze.
Im Elektrokardiogramm bot der männliche Partner sehr viele Kammerextrasystolen mit kompensatorischer Pause. Auch in der Erholungsphase war dieser konstante Befund zu erheben.

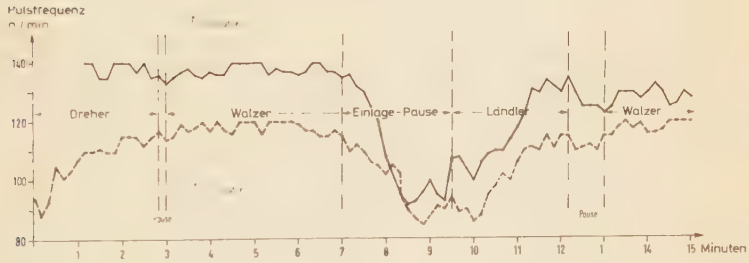

Abb. 4: Herzfrequenzprofile zweier 70-jähriger Partner.
Tanzarten: Dreher, Walzer, Ländler und Walzer.
Dauer: 15 Minuten
In einer längeren Pause kehrten die Pulsfrequenzen zu den Ruhewerten zurück.

Bei dem nächsten Paar (Abb. 5) bestätigte sich die Aussage der ersten Registrierung. Ausgehend von gegenüber den Ruhewerten erhöhten Frequenzen, vor allem der männliche Partner zeigte mit 12o n/min. einen hohen Ausgangswert, stiegen sie nach größerer Belastung an, fielen in der knapp einminütigen Pause noch merklich ab und bewegten sich mit fortschreitendem Tanze auf gleichem Frequenzniveau. Die beiden Elektrokardiogramme waren ohne Befund.

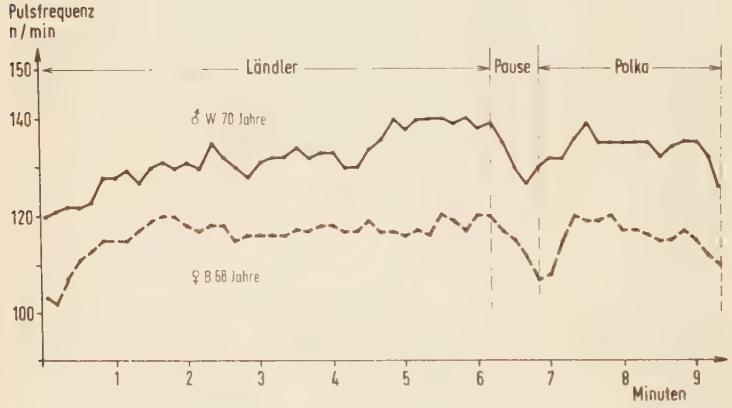

Abb. 5: Herzfrequenzprofile von 7o- und 68-jährigen Partnern.
Tanzarten: Ländler und Polka.
Dauer: 9 Minuten
In der knapp einminütigen Pause fallen die Frequenzen noch merklich ab. Mit 12o n/min. hohe Ausgangsfrequenzen des männlichen Partners.

Das nächste Frequenzprofil (Abb. 6) macht deutlich, daß, obwohl die Intensität der Belastung beim langsamen Walzer geringer als die des Rumbas ist, die Frequenz auf gleicher Ebene blieb bzw. sich sogar bei der Partnerin erhöhte. Ein Absinken der Frequenzen in der kurzen Pause kommt kaum zum

Tragen. Beim männlichen Partner konnten im Elektrokardiogramm Vorhofextrasystolen mit kompensatorischer Pause und Arrythmien nachgewiesen werden.

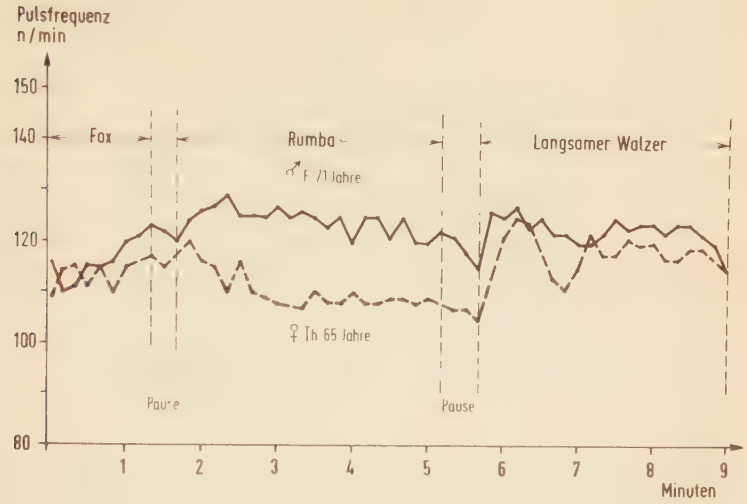

Abb. 6: Herzfrequenzprofile von 71- und 65-jährigen Partnern. Tanzarten: Fox, Rumba und langsamer Walzer. Dauer: 9 Minuten
Trotz geringerer Intensität der Belastung beim langsamen Walzer als beim vorhergehenden Rumba erhöhte sich die Frequenz.

Geringe Frequenzunterschiede maßen wir bei einer früheren Turniertänzerin und einem im Vergleich zu den übrigen jüngeren Tänzer (Abb. 7). Allerdings imponiert der hohe Ausgangswert des männlichen Partners. Die Tänze wurden ohne Pause (Tonbandmusik) absolviert und zeigten eine etwas monotone, stetig ansteigende Verlaufskurve. Der geringe Frequenzanstieg der Turniertänzerin erklärt sich wohl dadurch, daß Erfahrung und Gewöhnung Herzfrequenzsteigerungen nicht so deutlich werden lassen. Die Elektrokardiogramme beider Partner zeigten keine pathologischen Veränderungen.

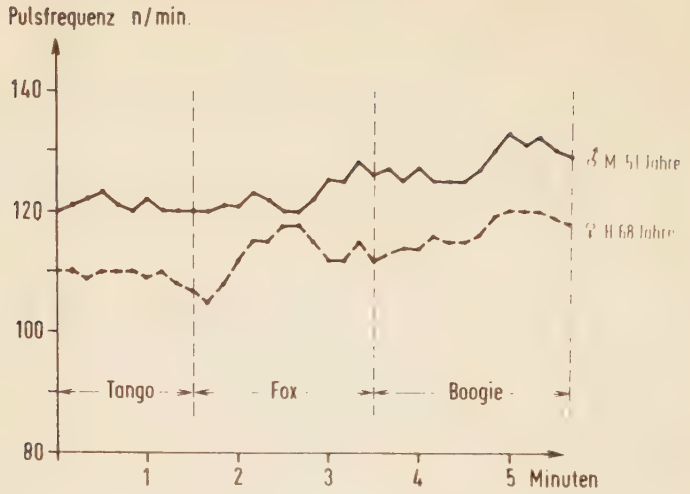

Abb. 7: Herzfrequenzprofile von 68- und 51-jährigen Partnern.
Tanzarten: Tango, Fox und Boogie.
Dauer: 6 Minuten ohne Pause
Sehr stabiles Frequenzbild, da der Partner im Vergleich zu übrigen jünger und die Dame früher Turniertänzerin war.

Während ein Abfall der Herzfrequenz (Abb. 8) in der ersten Pause noch deutlich wird, ist dies in der zweiten, wesentlich kürzeren nicht mehr sichtbar. Zum Schluß der Registrierung erniedrigten sich die Pulsfrequenzen, weil beide infolge leichter Erschöpfung, vor allem der Partnerin, kaum mehr in Bewegung waren und nur das Ende des Tanzes abwarteten. Beim männlichen Partner stellten wir mit 87 n/min. bis 98 n/min. die geringste Streuung der Frequenzwerte fest, während der weibliche Partner einen hohen Ausgangswert zeigte. In Ruhe zeigen beide Elektrokardiogramme keine Veränderungen. Doch in der Umschaltphase d. h. nach dem Tanzende traten bei der Tänzerin mehrere interpolierte Kammerextrasystolen auf.

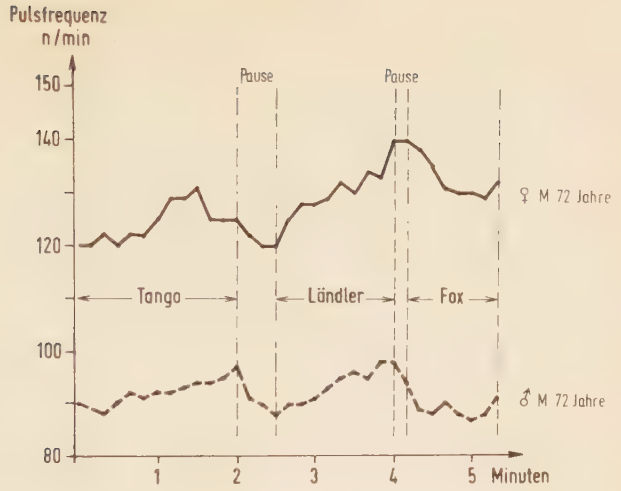

Abb. 8: Herzfrequenzprofile zweier 72-jähriger Partner.
Tanzarten: Tango, Ländler und Fox.
Dauer: 5 Minuten
In der zweiten sehr kurzen Pause wird ein Abfall der Herzfrequenz nicht mehr sichtbar. Der männliche Partner zeigt die geringste Streuung der Frequenzwerte. Erniedrigung der Frequenzen beim letzten Tanz, weil beide Partner infolge Erschöpfung nur das Tanzende abwarteten.

Die nächsten Patienten (Abb. 9) begannen unsere Untersuchungen mit einer Polonaise. In diesem Abschnitt waren die Herzfrequenzen gegenüber den Ruhewerten nur etwas erhöht, stiegen aber rasch mit Beginn des eigentlichen Tanzes um ca. 2o n/min. Die Registrierung wurde wegen Unwohlsein der Partnerin abgebrochen. Die Elektrokardiogramme beider Partner enthielten sowohl in Ruhe als auch unter Belastung keine auffälligen Befunde.

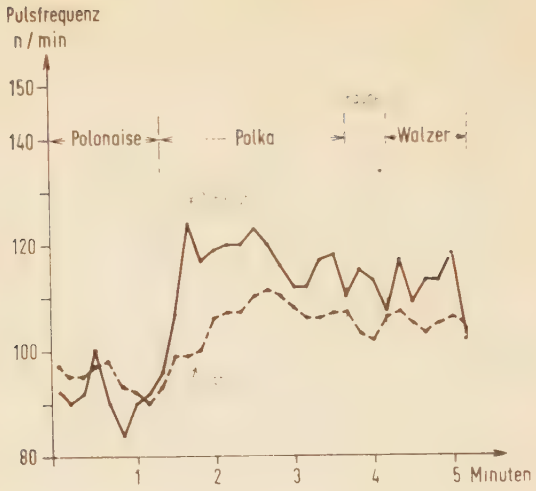

Abb. 9: Herzfrequenzprofile von 59- und 56-jährigen Partnern.
Tanzarten: Polonaise, Polka und Walzer.
Dauer: 5 Minuten
Bei der Polonaise liegen die Frequenzen nur geringfügig über den Ruhewerten. Die Registrierung wurde wegen Unwohlsein der Partnerin abgebrochen.

Zum Abschluß maßen wir die Frequenzen zweier miteinander tanzender Damen (Abb. 10). Nach steilem Anstieg regulieren sich die Frequenzen in ein Gleichgewicht ein; es ließen sich während der "stabilen Herzfrequenz" Schwankungen abgrenzen, die den Schwankungen der Intensität des Drehers geradezu parallel verlaufen. Bei beiden Patientinnen waren im Elektrokardiogramm polytope Kammerextrasystolen während des Tanzes und in der Umschaltphase sichtbar. Frau Sch. bot darüber hinaus zahlreiche Rhythmusstörungen.

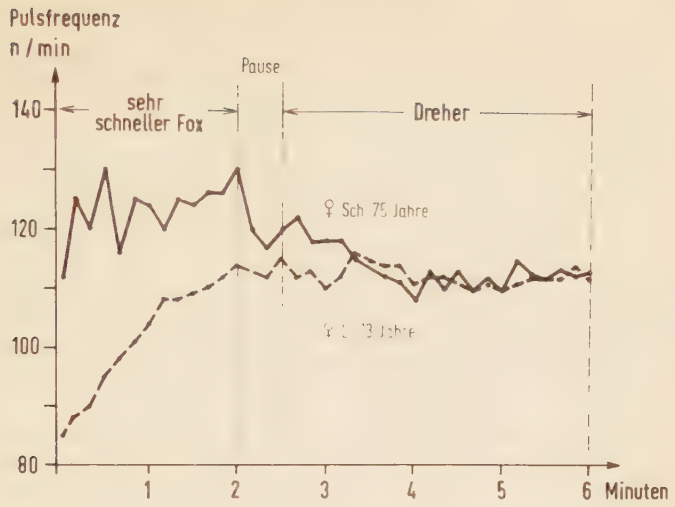

Abb. 1o: Herzfrequenzprofile zweier 75- und 73-jähriger Partnerinnen.
Tanzarten: sehr schneller Fox und Dreher.
Dauer: 6 Minuten
Während der "stabilen Herzfrequenz" lassen sich Schwankungen abgrenzen, die der Intensität des Drehers geradezu parallel verlaufen.

In einem weiteren Programm untersuchten wir die Herzfrequenzen zweier gut trainierter, älterer Männer während eines 5ooo m - Laufes unter Wettkampfbedingungen. Die Frequenzen vor dem Start (Abb. 11 und Abb. 12) entsprechen den Werten, die man bei trainierten Sportlern als Vorstart und Startveränderungen vor dem Wettkampf findet. Abb. 11 macht deutlich, wie die Frequenzen von Ruhe über etwas erhöhte Werte in der Vorbereitungszeit zum Start auf Schläge um 18o/min. nach größerer Belastung ansteigen, um sich dann auf ein Plateau einzustellen. Das Elektrokardiogramm zeigt einen konvexbogigen Verlauf der ST-Strecke mit Übergang in flachnegative T-Zacken. In Ruhe bietet das EKG Hypertrophie- und Ischämiezeichen, unter Belastung Kammerextrasystolen.

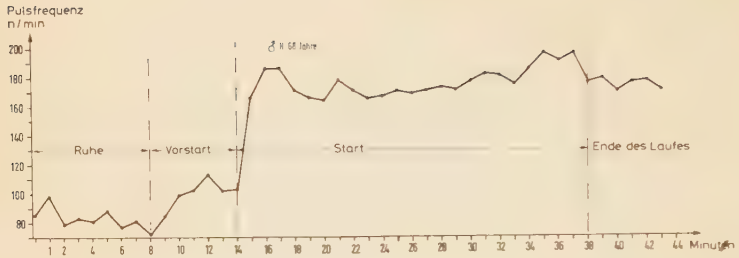

Abb. 11: Herzfrequenzprofil eines 68-jährigen 5000 m - Läufers unter Wettkampfbedingungen. Dauer der Aufzeichnung 38 Minuten.
Steigerung der Herzfrequenzen von Ruhe über Vorstart bis während des Laufes auf 195 n/min.

Auch im zweiten Lauf wird eine nahezu konstante Pulsfrequenz während der Belastung mit nur geringen Schwankungen eingehalten. Das Formbild des Elektrokardiogramms ist schlecht zu beurteilen. Es imponierten flache T-Zacken, ein regelmäßiger Rhythmus und verschiedentlich Kammerextrasystolen.

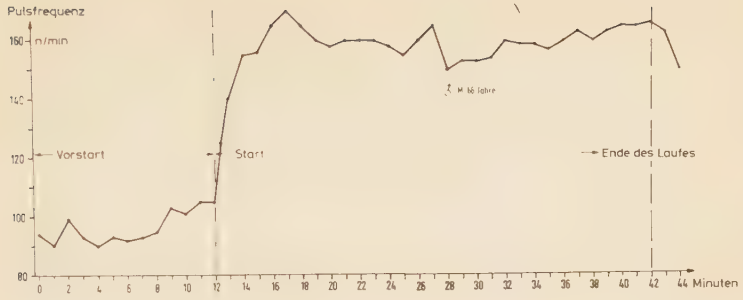

Abb. 12: Herzfrequenzprofil eines 66-jährigen 5000 m - Läufers unter Wettkampfbedingungen. Dauer der Registrierung 42 Minuten. Die durchschnittliche Frequenz während des Laufes beträgt 160 n/min.

V. Besprechung der Ergebnisse und Diskussion

Man erkennt die sehr gut ausgeprägte Tendenz, nach einem steilen Anstieg der Herzfrequenzen unter der Belastung des Tanzens und Laufens danach stabile Zustände zu bilden. Im Laufe der Belastung wird der stabile Zustand im allgemeinen auf einer Ebene gehalten bzw. sogar auf höhere Ebenen verlegt. Das letztere widerspricht der klassischen Regel, daß die Herzfrequenz von der Intensität der Belastung auch für die Tätigkeit des Menschen unter natürlichen Bedingungen abhängig sei. Diese Proportionalität gilt offensichtlich nicht für die Tätigkeiten, die für kürzere Beanspruchungen gemessen und dabei durch Pausen immer wieder unterbrochen werden; denn es folgten langsamere Tänze z.B. Abb. 6 auf schnellere und die Frequenzen fielen trotzdem nicht ab. Wie ist diese Reaktion des Organismus zu erklären? Man wird annehmen müssen, daß die immer höheren Bereiche der Herzfrequenz bei den nachfolgenden Belastungen als Ergebnis einer nicht ausreichenden Wiederherstellung vor allem nach den sehr kurzen Tanzpausen auftreten. Das Herzfrequenzprofil Abb. 4 beweist, daß bei genügend langer Pause die Normalisierung der Ausgangsfrequenzen vollkommen ist. L. Bassan (3) sieht die Ursache dafür in einer besonders veränderten Reaktion der Muskulatur und des Kreislaufs während der Serie von sich wiederholenden Belastungen. Er betrachtet eine Serie von z.B. zehn gleichen Beanspruchungen als eine Gesamtheit, während der der Organismus zehnmal gereizt wird. Darauf antwortet der Organismus auch als eine Gesamtheit. Nach dem Abschluß jeder einzelnen Anstrengung der Serie stellt sich die Erregbarkeit der Propriorezeptoren in der tätigen Muskulatur und der Vasomotoren (die Sympathikuszweige) nicht wieder her und bleibt etwas höher im Vergleich mit dem Ausgangswert. Aufgrund dessen erfolgt bei der nachfolgenden Beanspruchung ein höherer Anstieg der Herzfrequenz, obwohl die Intensität der Belastung auch geringer sein kann. Wir müssen folglich die Tänze als eine Serie von sich wiederholenden Belastungen betrachten, wenn die Pausen zwischen den einzelnen Tänzen zu gering bemessen sind.

Der Arbeitskreis um W. Hollmann (7) konnte in einem direkten Vergleich von dreißig männlichen Personen des sechsten und siebten Lebensjahrzehnts (Durchschnittsalter 58,7 Jahre) mit einer dreißigköpfigen Probandengruppe zwischen zwanzig und dreißig Jahren (Durchschnittsalter 28,5 Jahre) nachweisen, daß die verringerte Adaptionsfähigkeit ein typisches Merkmal des älteren Menschen ist. Es ist charakteristisch, daß der alte Mensch auf Belastung mit einer ungenügenden Frequenzregulation antwortet. Dies kommt sehr deutlich in Untersuchungen von J. Nöcker, Leverkusen, zum Ausdruck, bei denen der Leistungspulsindex bestimmt wurde (1o). Nach E. A. Müller ist er ein integrierendes Maß für die Leistungsfähigkeit des Kreislaufs. Er stellt einen Regressionskoeffizienten zwischen Leistung einerseits und Arbeitspulsfrequenz andererseits dar, und gibt an, um wieviel die korrigierte Pulsfrequenz je mkg/sec. Leistungszunahme ansteigt. Die Gegenüberstellung des Leistungspulsindex von Alterssportlern mit gleichaltrigen Nichtsportlern, sowie von jüngeren mit älteren Personen zeigt deutlich, daß die jeweils esteren einen niedrigeren Leistungsimpuls haben.

Man kann selbst die gleichen Tänze (z.B. Walzer mit Walzer) verschiedener Tanzpaare nur sehr mangelhaft miteinander vergleichen, da sie in unterschiedlichem Tempo getanzt wurden. Doch im Mittel betrachtet erhöhen sich die Frequenzen aller Tanzpaare von minimal 1oo,93 auf maximal 124,57 um 23,64 Schläge/min. Der relativ hohe Ausgangswert läßt sich, da eine körperliche Belastung noch nicht gegeben ist, als Erwartungsspannung deuten, während der Maximalwert in Einzelfällen bis 14o n/min. neben der körperlichen Tätigkeit in der physisch emotionellen Anstrengung zu suchen ist. Wahrscheinlich handelt es sich bei den Tänzen um eine submaximale Belastung, da bei einer maximalen vegetative Regulationen nicht mehr zum Tragen kommen würden. Nach den Befunden von Astrand und Hollmann nimmt die maximal erreichbare Pulsfrequenz mit dem Lebensalter ab. Im Alter liegt die Pulsfrequenz sowohl in Ruhe als auch bei Belastung niedriger als in jüngeren Jahren.

Für 61-7o - jährige wird von W. Hollmann eine maximale Herzschlagfrequenz von 162 n/min. (15o-17o) angegeben. Da diese Werte von unseren Probanden (Durchschnittsalter 67,1 Jahre) nicht erzielt werden, beweist, daß es sich bei den Tänzen um eine submaximale Belastung handelt.

Um den Trainingsreiz quantitativ und qualitativ festzustellen, definierten W. Hollmann und Mitarbeiter den Ausdruck "Ausdauergrenze" und verstehen darunter bei Personen des sechsten und siebten Lebensjahrzehnts die Sauerstoffaufnahme und die Belastungsstufe, welche mit einer Pulsfrequenz von 118/min. und 111/min. erreicht werden. Gemäß übereinstimmender Untersuchungsergebnisse skandinavischer Autoren (Astrand und Mitarbeiter) und des Arbeitskreises um W. Hollmann scheint es eine biologische Regel zu sein, daß in allen Altersstufen das Erreichen von ca. 5o% der maximal möglichen Pulsfrequenzzuwachsraten in etwa auch die höchste Belastungsstufe kennzeichnet, die ohne ein Anwachsen der Sauerstoffschuld mit der Arbeitsdauer bewältigt werden kann (7). Nach Untersuchungen von E. Müller aus dem Jahre 1941 ist eine Verringerung der Pulsfrequenz maßgeblich peripheriebedingt. Erst die Belastungen oberhalb der Ausdauergrenze führen zu nachweisbaren, morphologischen Herzveränderungen. Dies trifft zwar für unsere Patienten zu, aber andererseits ist die Erfolgchance bei Aufnahme des Trainings nach dem fünften oder sechsten Lebensjahrzehnts sehr beschränkt. Das Training erzielt aber eine verbesserte Kapillarisierung der Arbeitsmuskulatur, eine positive Inotropie und eine vagotone Beeinflussung des vegetativen Nervensystems.

Den günstigsten Trainingsreiz bieten Langstreckenläufe. Die Belastung ist gut dosierbar und die biologisch natürlichste, welche existiert. Die Belastungsintensität liegt wegen der Dauer der Beanspruchung zwangsläufig relativ niedrig. Die niedrige Belastungsstufe erlaubt ein langsames Umstellen von der Ruhe auf die Arbeit seitens des Organismus mit all seinen nervalen, humoralen, chemischen und physikalischen Vorgängen;

selbst bei einer Belastungsstufe, die über der Dauerleistungsfähigkeit des Betreffenden liegt, kann zwangsläufig nur eine begrenzte Sauerstoffschuld eingegangen werden (1o). Die Herzfrequenzprofile unserer Probanden, die wohl bei ihrem Alter mit einem 5ooo m-Lauf Ausnahmeerscheinungen darstellen, imponieren ungemein stabil und gleichmäßig. Man kann die Ursache in der körperlichen Fitness oder darin suchen, daß man bei maximaler Beanspruchung voll ausgelastet ist, so daß Stress nicht mehr berücksicht wird. Es wurde festgestellt, daß bei psychischen Anstrengungen eine schnelle Änderung der Herzfrequenz auftritt. Dieser Unterschied ist wahrscheinlich auf die Art der Regulation der Herzfrequenz zurückzuführen. Während einer rein körperlichen Tätigkeit, bei der die Situation wie bei dem 5ooo m-Lauf sich wenig ändert, erfolgt die Regulation der Herzfrequenz vorwiegend durch Beanspruchung der humoralen Elemente der neurohumoralen Mechanismen. Bei der emotionell psychischen Tätigkeit, bei der sich in Zusammenhang mit dem verschiedenen Inhalt die Situation schnell ändert, wären die humoralen Elemente zu träge. Deswegen werden hier vorwiegend die neuralen Komponenten der neurohumoralen Mechanismen beansprucht. Das sichert dem Kreislauf eine sehr schnelle Umschaltung, eine erhöhte bzw. erniedrigte Blutversorgung, die vom Grad der Beanspruchung abhängt. Der vorwiegend neurale Mechanismus hat natürlich die Vorteile einer schnelleren Anpassung. Er ist aber weniger ökonomisch: Während der Tätigkeit muß fortlaufend "umgeschaltet" werden, was mit einer größeren Belastung für die reagierenden Strukturen verbunden ist und zu frühen Störungen des Kreislaufs führen kann (3).

Es bleibt festzustellen, daß für die Präventivmedizin vornehmlich das Ausdauertraining eine Bedeutung besitzt. Im Prinzip handelt es sich dabei um dynamische Belastungen des Organismus, die länger als drei bis fünf Minuten andauern, mit mehr als 5o% der maximalen Leistungsfähigkeit durchgeführt werden (entsprechend Pulsfrequenzen über 118/min. und 111/min. bei männlichen und weiblichen Personen des sechsten

und siebten Lebensjahrzehnts) und mehr als ein siebtel bis ein sechstel der Skelettmuskulatur in den Arbeitsprozess einspannen. Geringe Belastungen dieser Art führen zu einer trophotropen Einstellung des Organismus mit Senkung der Ruhepulsfrequenz und Verbesserung der Arbeitsökonomie des Herzens. Stärkere Belastungen ziehen zusätzlich eine Leistungssteigerung nach sich, die peripher bedingt ist und ohne Herzvergrößerung vonstatten geht. Sehr intensive Ausdauerbeanspruchungen wie z.B. ein 5000 m-Lauf schließlich führen zu einer Zunahme von Herzvolumen, Blutvolumen und Totalhämoglobingehalt u. a. mit zusätzlicher Leistungssteigerung (7).

Die Registrierung der Pulsfrequenz gibt wohl einen wertvollen Einblick in den physiologischen Regelvorgang des Herz- und Kreislaufsystems, erlaubt aber nur sehr unvollkommen und indirekt eine Aussage über die Gesamtheit der psychischen Belastungskomponenten. Denn die Vorteile einer telemetrischen Meßübertragung werden sicherlich erst bei einer Simultanübertragung möglichst vieler Meßgrößen evident; erst dann werden die Voraussetzungen geschaffen, Differenzierungen der einzelnen psychophysischen Funktionsabläufe unter wechselnden Belastungsbedingungen vorzunehmen, die ebenfalls möglichst vollständig erfaßt, übertragen und registriert werden sollten (9). Auch der EKG-Telemetrie sind Grenzen gesetzt, denn die obligate Belastungstachykardie erschwert naturgemäß die Interpretation formaler Änderungen im Bereich der ST-Strecke und T-Zacke. Als Domäne gilt der Nachweis und die Klassifizierung von Rythmusstörungen des Herzens und die Frequenzintegration (1). Durch die Telemetrie wird die Herzschlagfrequenz als Parameter der Leistung und Leistungsfähigkeit und der Beurteilung von Trainingsreiz und Trainingserfolg aufgewertet.

VI. Zusammenfassung

Unter Anwendung telemetrischer Meßverfahren wurden die Elektrokardiogramme und die Herzschlagfrequenzen älterer Menschen beim Tanz und beim 5000 m - Lauf registriert. Es wurde folgendes festgestellt:

1) auch bei älteren Personen kommt es während der angegebenen Anstrengungen zu erheblichem Anstieg der Pulsfrequenz, die abhängig ist von der Art, der Dauer und der Intensität des Tanzens und Laufens. Zwei Faktoren, die körperliche Tätigkeit und die psychisch emotionelle Beanspruchung, spielen für die Veränderungen der Herzschlagfrequenzen eine Rolle.
2) EKG-Befunde imponierten vor allem als Kammerextrasystolen und Rhythmusstörungen. Unter der Belastung des 5000 m - Laufes konnten ischämische Veränderungen nachgewiesen werden.

VII. Literaturverzeichnis:

(1) Bachmann, K., M. Reichenbach und N. Graf:
Direkte Blutdruckmessungen während sportlicher Belastung. Telemetrie von Blutdruck und Herzfrequenz beim Reitsport.
Med. Klin. München 63, 1882 (1968)

(2) Bassan, L.: Forderungen des Physiologen und Arztes an die Biotelemetrie.
Zsch. ges. Hygiene Berlin 12, 755 (1966)

(3) Bassan, L.: Telemetrische Erfassung der Herzkreislauffunktion (der Herzschlagfrequenz) während der Arbeitsbelastung.
Zsch. ges. Hygiene Berlin 12, 477 (1966)

(4) Clasing, D., Vogler, G., F. P. Durusoy und E. J. Klaus:
Das Hellige - Telemetrie - System.
Medicinal-Markt (Acta medico technica) Berlin 15, 374 (1967)

(5) Eichler, J.: Anwendungsmöglichkeiten eines Telemetrie-Systems.
Zsch. für prakt. Anaesthesie und Wiederbelebung Stuttgart 2, 270 (1967)

(6) Hillebrecht, J. und A. H. Lemmerz:
Das dynamische EKG-System.
Med. Welt 16, 1682 (1965)

(7) Hollmann, W.: Körperliches Training als Prävention von Herz-Kreislaufkrankheiten.
Hippokrates Verlag Stuttgart 1965

(8) Keul, J., K. Scharf und J. Nöcker:
Das Verhalten der Herzfrequenz während des Trainings von Hochleistungssportlern in Mexico City.
Internationale Zsch. für angewandte Physiologie einschließlich Arbeitsphysiologie Berlin 26, 15o (1968)

(9) Kirchhoff, H. W.: Die Bedeutung des EKG für die Flugmedizin unter besonderer Berücksichtigung telemetrischer inflight-Ableitungen.
Biotelemetrie, Symposium am 29./3o. November 1968 in Erlangen.
Herausgegeben von Demling, L. und K. Bachmann.
Georg Thieme Verlag Stuttgart

(1o) Nöcker, J.: Handbuch der praktischen Geriatrie Band I
Herausgegeben von W.-Doberauer-A. Hittmair - R. Nissen - F. H. Schulz.
Ferdinand Enke Verlag Stuttgart

(11) Vogel, P. A.: Zur Technik der EKG-Telemetrie unter Schwierigen Bedingungen.
Elektromedizin 14, 64 (1969)

An dieser Stelle sei Herrn Chefarzt Priv. Doz. Dr. med. E. L a n g für die Überlassung des Themas und die Betreuung während der experimentellen Arbeiten und ihrer Auswertungen gedankt.
Mein weiterer Dank gilt Herrn Prof. Dr. med. C. K o r t h für die Übernahme des Coreferates.

L e b e n s l a u f

Zur Person: Rudolf Diener, geb. 9.10.1939 in Neugrünlas, Kreis Elbogen, 1946 Aussiedlung aus dem Sudetenland.

Vater: Vinzenz Diener, Kaufmann, 1941 in Rußland gefallen.

Mutter: Margarete Diener geb. Ziegler, Hausfrau.

Schulen:

1946 - 1959 Volksschule in Bad Berneck/ Fichtelgebirge, Kreis Bayreuth

1950 - 1959 Altes Gymnasium, Bamberg

1959 Erlangung des Reifezeugnisses

1959 - 1961 pharmazeutische Praktikantenzeit in der Adler-Apotheke, Bayreuth

1961 Vorexamen, Bayreuth

1962 - 1966 Pharmaziestudium an der Universität Erlangen-Nürnberg

1967 Pharmazeutisches Staatsexamen, Erlangung der Approbation nach einjähriger Tätigkeit in der Stern-Apotheke, Bad Berneck

1967 - 1972 Medizinstudium an der Universität Erlangen-Nürnberg

1972, Juli, Medizinisches Staatsexamen

Buchdruckerei Ludwig Müller Erlangen Fahrstraße 5